

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**



Trabajo de diploma

Evaluación de barreras vivas de *Gliricidia sepium* (J) en parcelas de escurrimiento ,y su valoración económica con sistemas rotativos anuales de maíz (*Zea may. L*) y frijol (*Phaseolus vulgaris. L.*). 1998

Autores Bra: Fátima Mendoza Sevilla

Br: Juan Francisco Robleto Quezada

Asesor: Ing. Bismarck Mendoza Corrales

Managua ,Nicaragua Junio del 2001

INDICE GENERAL

	PAG
Indice General	i
Índice de Cuadro.....	iv
Índice de Figura.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Summary.....	viii
I. Introducción.....	1
Objetivos generales.....	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	4
II. Revisión de Literatura.....	5
2.1 Erosión hidrica.....	5
2.2 Factores que afectan la erosión hidrica.....	5
2.3 Tolerancia a la pérdida de suelo.....	6
2.4 Agroforestería.....	6
2.5 Función de las barreras vivas.....	7
2.5.1 Descripción de las barreras vivas.....	7
2.5.2 Aspectos técnicos del manejo productivo.....	8
2.5.3 Efecto e impacto del uso de la barrera viva.....	9
2.5.4 Ventajas y desventajas de las barreras vivas.....	9
2.6 Botánica y Ecología del madero negro.....	10
2.6.1 Características silviculturales de <i>Gliricidia sepium</i> ...	11
2.7 Efectos provechosos de la materia orgánica.....	11
2.8 Parcelas de escurrimiento.....	12

2.8.1 Ventajas y desventajas de las parcelas de escurrimiento	12
2.9 Características agronómicas del maíz.....	13
2.9.1 Características de la variedad NB6.....	13
2.10 Características agronómicas del frijol.....	14
2.10.1 Características de frijol criollo.....	14
2.11 Análisis económico.....	15
III. Materiales y métodos.....	16
3.1 Localización del área.....	16
3.2 Características del sitio experimentado.....	16
3.2.1 Geología.....	16
3.2.2 Suelos.....	18
3.2.3 Clima.....	18
3.3 Descripción del sistema de parcelas de escurrimiento	19
3.3.1 Componente del sistema de parcelas de erosión...	19
3.3.2 Descripción de los tratamientos.....	21
3.3.3 Manejo Agronómico de los cultivos.....	22
3.4 Calculo para determinar rendimiento de maíz y frijol	23
3.5 Manejo de las barreras vivas de <i>Gliricidia Sepium</i>	23
3.5.1 Calculo para determinar la producción de biomasa de madero negro.....	23
3.5.2 Calculo de nitrógeno aprovechable.....	24
Registro de la precipitación.....	24
3.6.1 Cálculo de la cantidad de Suelo y Agua pérdida...	24
3.7 Análisis estadísticos.....	25
3.8 Análisis económico.....	25
IV. Resultados y Discusión.....	27
4.1 Erosión hídrica.....	27
4.2 Pérdidas de suelos y agua.....	28

4.2.1 Pérdidas promedios de suelo.....	29
4.2.2 Pérdida de agua por escurrimiento superficial.....	30
4.2.3 Pérdidas de agua y suelo por mes.....	31
4.3 Cobertura vegetal	32
4.4 Rendimiento de los cultivos.....	33
4.4.1 Rendimientos en Maíz.....	33
4.4.2 Relación elevación versus rendimientos de maíz.....	34
4.4.2 Rendimientos en frijol.....	35
4.4.3 Efecto de las pendientes sobre el rendimiento del frijol.....	37
4.5 Evaluación de biomasa de madero negro.....	
4.5.1 Registro dasométrico de madero negro.....	38
4.6 Análisis económico.....	40
4.7 Análisis de dominancia y tasa marginal.....	42
4.8 Curva de beneficios netos.....	42
V. Conclusiones.....	44
VI. Recomendaciones.....	45
VII. Referencias bibliográficas.....	46
VIII. Anexos.....	49
Anexo 1. Rendimiento de Maíz por parcela , La Lucha 1998	49
Anexo 2. Rendimiento de frijol por parcela , La Lucha 1998	50

INDICE DE CUADROS

	PAG
Cuadro 1. Distribución de los tratamientos.....	22
Cuadro 2. Pérdidas promedio de suelo y agua.....	29
Cuadro 3. Perdidas de suelo y agua por mes	32
Cuadro 4. Cobertura vegetal para los cultivos de maíz y frijol.....	33
Cuadro 5. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del maíz,	34
Cuadro 6. Relación elevación y rendimiento del maíz.....	34
Cuadro 7. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del frijol.....	36
Cuadro 8. Efecto de las pendientes sobre el rendimiento del frijol	37
Cuadro 9. Aporte de biomasa de Madero negro.....	38
Cuadro 10. Evaluación de variables, crecimiento y desarrollo promedio de madero negro.....	39
Cuadro 11. Aportes de Nitrógeno disponible de biomasa de madero negro	40
Cuadro 12. Presupuesto parcial en sistemas de barreras vivas de madero Negro.....	41
Cuadro 13. Análisis de dominancia y Tasa de retorno marginal.....	42

INDICE DE FIGURAS

	PAG
Figura 1: Mapa de Localización del área de estudio.....	17
Figura 2: Distribución de las precipitaciones por mes.....	27
Figura 3: Pérdidas promedio de suelo.....	30
Figura 4: Pérdidas promedio de agua.....	31
Figura 5: Rendimiento de maíz.....	35
Figura 6 :Rendimiento de frijol.....	36
Figura 7: Curva de beneficio netos.....	43

Agradecimiento

Mis gratos agradecimientos a Dios por ser el mejor guía y llenar de bendiciones el camino de la vida con fortaleza, sabiduría, capacidad y brindarme la oportunidad para completar una meta mas en la vida.

Agradezco a mi familia por todo el apoyo moral y económicamente brindado en el transcurso de mi carrera.

Agradezco al proyecto Texas A & M University y Universidad Nacional Agraria, por el apoyo en el transcurso de la investigación.

Agradezco a mi asesor y amigo Ing. Bismarck Mendoza Corrales por haberme asesorado en el desarrollo de la investigación en el trabajo de diploma.

Fátima Mendoza Sevilla

Agradecimiento

Agradezco a Dios Creador de todas las cosas, por darme la vida, sabiduría y conducirme por el buen camino y así obtener triunfos en la vida.

Agradezco a mi madre Marcia Quezada y mi hermana Claudia Robleto por apoyarme siempre en mi vida.

Agradezco al proyecto Texas University por haberme apoyado en la ejecución de la investigación para realizar el trabajo de diploma.

Agradezco a mi asesor Ing. Bismarck Mendosa Corrales por el asesoramiento durante la investigación.

Agradezco a mi compañero de estudio y mejor amigo Daniel Corrales Pérez por haber estado presente siempre en el transcurso de mi carrera.

Juan Francisco Robleto Quezada

Dedicatoria

A mis padres Elena Sevilla Garcia y Gonzalo Mendosa Vallecillo

A mis hermanos (a) Mariela y Sixto

A mi hijo Warren

A mi sobrina Allison

Fátima Mendoza Sevilla

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a la memoria de mi padre :

Juan Francisco Robleto López, quien en vida me brindo su apoyo, confianza y estuvo presente en mis alegrías y tristezas, en mis triunfos y fracasos.

Juan Francisco Robleto Quezada

Resumen

Con la finalidad de evaluar los efectos de las barreras vivas de *Gliricidia sepium* (madero negro), sobre la erosión de suelo con sistemas de cultivos en contorno de (*Zea may. L*) en primera y (*P. Vulgaris. L*), en postrera y su valoración económica; fueron establecido un sistema de parcelas de escurrimientos para evaluar dichos efectos, con dimensión de 20 m de longitud y 3 metros de ancho (60 m²), desde 1994 en la finca La Lucha, localizada en el municipio de Niquinohomo, cuenca el Pital, entre las coordenadas 11 53° 55" latitud Norte y 86 05° 10" longitud Oeste, a 480 m. de elevación, y suelos clasificados tentativamente como *Typic Durustepts* originados de materiales volcánicos.

Los tratamientos evaluados fueron barreras vivas de madero negro bajo diferentes manejos de podas (Tratamientos 1,2 y3) y el tratamiento testigo manejado únicamente en curvas a nivel sin barreras vivas. El presente estudio reporta resultados correspondiente al año 1998. Los parámetros medibles fueron los que establecen el métodos de parcelas de escurrimiento, parámetros silviculturales para las barreras vivas de madero negro, y el método del presupuesto parcial para el análisis económico.

Los resultados obtenidos para 1998 demostraron que las barreras vivas de madero negro redujeron las pérdidas de suelo en un 24% (14.15 ton/ha/a) en el control de la erosión comparado con el tratamiento control (T4 con 71.28 ton/ha/a). Las menores pérdidas de suelo y agua se obtuvieron con el tratamiento 3 con 43.36 ton/ha/a y 270.03mm respectivamente. Los mayores rendimientos promedios en maíz se obtuvieron con el tratamiento T2 con 2661 kg/ha para maíz y 160.43 kg/ha para frijol, rendimiento afectado en el frijol por el fenómeno del huracán Mitch. El análisis económico con mayores beneficios netos fue el tratamiento 2 con 7,228.69 C\$ adicionales por cada córdoba invertido según costos variables. El estudio encontró que las barreras vivas a demás de controlar la erosión, logran generar beneficios a los sistemas productivos.

SUMMARY

With the purpose of evaluate the effects of living barriers of *Gliricidia sepium* (Madero negro), about the erosion of soil with systems of crop in contour of corn (*Zea may. L*) primera and bean (*P. vulgaris .L*) in postrera cycles valuation. Which were established on runoff plots system in order to evaluate those effects, with a dimension of 20 meters of longitute y 3 meters wide (60 m²) . Since 1994 in the farm La Lucha localized in Niquinohomo, watershed El Pital, between the coordinates 11° 53' 55" north latitude and 86° 05' 10" western longitude, with 480 m of elevation and soil classifying attemply like Typic Durusteps; originated from volcanics materials.

The treatments evaluated were living barrier from Madero Negro, through different managements of pruning (treatments 1, 2 and 3) and the control treatment, managed only in curves to level without living barriers. The current study reports corresponding results to the year 1998.

The measured parameters were those which established the method of runoff plots. The silvicultures parameters for the living barriers of Madero Negro, and the method of partial budgeting estimated for the economic analysis.

The results obtained for 1998 showed that the living barriers of Madero Negro reduced the soil loss in a 24% (14.15 ton/ha/a) in the control of erosion compared with the control treatment (t 4 with 71.28 ton/ha/a). The lowest soil loss and water were obtained with the treatment 3 with 43.36ton/ha/a and 270.03mm respertively . The biggest average yield of corn were obtained with the treatment t2 with 2661kg/ha for corn and 160.43 kg/ha for bean, yiel affected in bean because of the phenomenon hurricane Mitch. The economic analysis with the biggest net benefits was the treatment 2 with 7,228.69 C\$ additional for each Cordoba inverted according to variable costs. The study found that the living barriers besides to control the erosion, they achieve generate benefits to the productive systems.

I. INTRODUCCION

Las barreras vivas conocidas como fajas antierosiva o fajas continuas de especies vegetales se establecen en zonas de laderas o suelos vulnerables a la erosión hídrica, donde las estructuras biológicas contribuyen a la formación y estabilización de terrazas y aportan beneficios adicionales a los agricultores como : leña, follaje y abono verde. Entre las especies más aceptadas por los productores como barreras vivas están : *Gliricidia sepium J.* (madero negro), pasto Taiwán , *Cajanus cajan L.* (gandul), *Vetiveria zizanoides* (vetiver) y espadillo (INTA, 1997).

Los productores de laderas de Nicaragua han manejado tradicionalmente sus sistemas productivos para la producción de granos básicos (maíz, frijol y sorgo), sin obras de conservación de suelos que dan lugar a procesos de disminución de los rendimientos de sus sistemas a corto plazo. La introducción de prácticas de conservación de suelos a partir de los años 80s incorporó los sistemas de barreras vivas. Este sistema esta asociado a la construcción de terraza y a la siembra de curvas a nivel, y ha contribuido a reducir las pérdidas de suelo y agua, e incorporar biomasa en las parcelas de los agricultores para mejorar la fertilidad de suelos.

En Nicaragua existe una amplia distribución de maíz y frijol en las diferentes regiones del país, cultivándose tanto en zonas aptas como marginales. El área cultivada en los últimos años oscila entre los 40,000 y 280,000ha en maíz y 80,000 y 100,000ha en frijol. El rendimiento promedio nacional es de 1,000 y 600 kg/ha en maíz y frijol (INTA,1997).

Cuando los agricultores deciden introducir una práctica de conservación de suelos, como las barreras vivas analizan los costos y beneficios que implican dicha practica. En las circunstancias actuales el análisis económico y financiero es una de las herramientas necesarias en los procesos de decisión. Ninguna técnica de producción deberá considerarse válida si el interés económico de aquella no ha quedado clara perfectamente y el riesgo inherente debidamente medido. Esta consideración es generalmente aceptada por las entidades que desarrollan tecnologías, sin embargo la ausencia de este componente es una constante en la mayoría de las entidades que han realizado actividades de validación de tecnología de Nicaragua. (PASOLAC – COSUDE, 1993).

El presente estudio reporta el primer año de datos de tres que se tienen planificados entre los componentes del “ Soil management project” ejecutado por las universidades Texas A &M, Carolina del Norte y la UNA. Estos datos fueron afectados por la sequía “El Niño”, durante el ciclo de Primera y el pase del “Huracán Mitch” por Nicaragua en Postrera. Fenómenos que causaron pérdidas a la producción agrícola y la infraestructura nacional. Por ejemplo un 33% de los suelos agrícolas, localizados en las tierras de ladera fueron perdidos por el huracán Mitch, (MAG-FOR 1999). La zona de estudio fue clasificada por la misma fuente, de moderada afectación, en la cual precipitaron 365 mm en 4 días, que provocaron altas tasas de erosión y pérdida de la cosecha de frijol de postrera. (Mendoza, 2001).

Objetivo general

- Evaluar el efecto de las Barreras vivas de *Gliricidia sepium* (*Jacquin Kunth ex Walpers.*), sobre la erosión del suelo con sistemas de cultivos en contorno de maíz (*Zea may. L*) en primera y frijol (*P. vulgaris L*) postrera y su valoración económica en la finca La Lucha, Niquinohomo, utilizando parcelas de escurrimiento.

Objetivos específico

- Cuantificar las pérdidas de suelo y agua por erosión hídrica.
- Evaluar los rendimientos de los sistemas de cultivos maíz (*Zea mays L*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L*), con sistema de barreras vivas de *Gliricidia sepium*.
- Evaluar la producción de biomasa de las barreras vivas de *Gliricidia sepium*.
- Realizar un análisis económico de las prácticas de barreras vivas en la producción de maíz y frijol.

Hipótesis

- Las barreras vivas tienen diferentes efectos sobre la reducción de pérdidas de suelo y agua, según el manejo que se le dé a las barreras vivas.
- El sistema de barreras vivas genera mayores beneficios económicos al productor que el sistema de siembra en contorno de maíz y frijol sin barrera.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Erosión hídrica

Es la acción del desprendimiento de las partículas de suelo y se transporta por el agua que se escurre sobre el terreno. Cuando no hay mas energía para el transporte, ocurre la sedimentación de las partículas. Cuando la erosión esta bajo vegetación natural es generalmente insignificante o tolerable, es decir no excede de la tasa de formación natural de los suelos que varia de 2 a 11 ton/ha/a (Hudson,1986).

En cambio bajo uso agrícola o ganadero ocurre en muchos casos una erosión acelerada causada principalmente por el mal manejo de las tierras y la presión de la población. Esta erosión excede la tasa de formación del suelo.

La erosión hídrica es un proceso natural, donde las etapas principales son según (Kirby. y Morgan,1984):

- 1) Desprendimiento: es el impacto de las gotas de lluvia que causa degradación de los agregados del suelo trayendo como consecuencia el desprendimiento de las partículas de este.
- 2) Transporte: cantidad de lluvia que cae y sobre pasa la capacidad de infiltración del suelo se produce un escurrimiento superficial que arrastra las partículas desprendida por la acción de las gotas de lluvia.
- 3) Sedimentación: generalmente este proceso se localiza en las partes planas del terreno, en ciertas partes del cauce de los ríos, en lugares en que el terreno presenta obstáculo en represas y en el mar.

2.2. Factores que contribuyen a la erosión hídrica

La destrucción de los recursos básicos naturales implica una reducción de la capacidad productiva alimentaria, especialmente en el mundo en desarrollo donde la mayor parte de los campesinos pobres viven al margen de la economía principal.

La explotación excesiva de los suelos pobres, la deforestación de las cuencas hidrográficas, el embalse de los ríos, la tala de los manglares y el agotamiento de los recursos genéticos vegetales y animales, son algunos de los factores que ponen en peligro la productividad de los recursos naturales para la alimentación y la agricultura.

Otros factores que se consideran en la afectación de la erosión hídrica son (Morales . 1998.)

- Terrenos escarpados (desertificación).
- Cárcavas.
- Tierras cultivadas en el sentido de la máxima pendiente.
- Asentamientos.
- Mal uso de riego y drenaje.
- Deslizamiento.
- Mal manejo de los bosques (tala rasa en laderas).

2.3 Tolerancia a la pérdida de suelo

La tolerancia está definida por la máxima tasa de degradación que permitirá al suelo un mantenimiento sostenido de su productividad. La tolerancia a la pérdida de suelo, para un suelo específico se utiliza como un guía para la planificación en la conservación de suelo. En métodos empíricos la tolerancia es un criterio utilizado para la planificación de practicas, tal es el ejemplo de la ecuación universal de pérdidas de suelo (EUPS), la cual se utiliza para estimar la pérdida de suelo real y para evaluar como los cambios en la práctica pueden aplicarse para reducir la pérdida de suelo por debajo del nivel de tolerancia (Morgan, 1984)

2.4 Agroforestería

Sistema de producción que combina el cultivo de árboles y arbustos con los cultivos agrícolas y/o la ganadería (Montagnini,1992).

La presencia de la vegetación forestal muchas veces en varios estratos tiene efectos muy benéficos al reducir el efecto de la erosión. La mayoría de los sistemas agroforestales solo requieren medidas de conservación de suelo muy sencillas en la fase de establecimiento del sistema, las técnicas del manejo conservacionista comúnmente utilizadas en los sistemas agroforestales son: siembra en contorno, cobertura muerta con residuo de poda, cultivo

intercalado durante la fase inicial de la plantación, cubierta natural, barreras vivas y residuos oCORDODADOS, uso de aboneras y estiércol a la siembra (trasplante), uso racional de fertilizantes, enmiendas y conservación de la humedad del suelo(Montagnini,1992).

Para el uso de las barreras vivas es muy recomendable los árboles leguminosos que puedan desarrollarse tanto en suelos fértiles como en condiciones desfavorable, por lo tanto pueden ser usados en la rehabilitación de tierras degradadas donde otra especies no podrán crecer.

Además la fijación de Nitrógeno y la extracción profunda de nutrientes y agua. Los árboles leguminosas son de múltiple propósito como: alimentos de hojas, flores, frutos, forraje , leña y madera.

La limitación principal en la utilización de leguminosas es su rápida tasa de crecimiento que hacen que puedan competir por la luz, humedad y nutrientes con los cultivos intercalados, por esta razón se asociaron con cultivos que toleran sombra ligera o fuerte y de no ser el caso se sembrara a distancias mas grandes.

2.5 Función de las barreras vivas

Las barreras vivas, conocidas también como faja anti erosiva, tienen como principal función disminuir la pérdida de suelo, al reducir la velocidad de las escorrentías producto de las precipitaciones. Las estructuras biológicas tienen carácter más o menos permanentes, interceptan el agua y por consiguiente, aminoran la fuerza de arrastre de partículas del suelo, llevando a la formación lenta de terrazas, donde la producción de alimentos llega a ser sostenible y aporta beneficios adicionales a los agricultores como : leña, follaje y abono verde (INTA, 1997).

2.5.1 Descripción de las barreras vivas

Por su aspecto, las barreras vivas se muestran como líneas o fajas continuas de especies vegetales que se establecen especialmente en zonas de laderas.

El empleo de la barrera viva se basa en la experiencia desarrollada por los mismos productores que han recurrido a su uso para evitar la pérdida de suelo por escorrentía superficial (INTA,1997).

Al beneficio ecológico de la barrera viva es importante agregar el beneficio económico, que se consigue empleando especies de multiusos entre estas el pasto taiwan, gandul caña indica madero negro y espadillo (INTA, 1997).

Esta comprobado que las barreras vivas, reducen hasta en un 70% las pérdidas de suelo en comparación con sitios sin barreras (INTA, 1997).

Esta reducción de acuerdo a características silviculturales que presentan las especies utilizadas en barreras vivas como (INTA, 1997)

- Requerimientos ambientales de las especies análogas al sitio.
- Sistema radicular fuerte y fibroso.
- Planta perenne.
- Abundante densidad radicular y del follaje..
- Macollamiento cerca de la superficie del suelo.
- Fácil manejo en cuanto a poda, que tolere enfermedades.
- Que no sea invasora.
- Fijadora de nitrógeno.
- Productora de abundante biomasa (materia seca, hoja, ramas y flores).
- Alta capacidad de rebrotamiento.
- Tolerante al fuego.

2.5.2 Aspectos técnicos del manejo productivo

Hay que considerar que las barreras vivas son un elemento mas dentro de un programa de conservación de suelos y aguas, por lo tanto, su manejo esta orientado a cumplir con el objetivo principal: Proteger el suelo y eventualmente producir biomasa para muchos usos.

Algunas practicas de manejo son determinantes para el logro de propósitos como: poda, control de maleza, control de incendios y rebrotes (INTA, 1997).

2.5.3 Efecto e impacto del uso de la barrera viva

Desde el punto de vista ecológico.

- Protección y conservación de los recursos suelo y agua, lo que se traduce en una mayor rentabilidad de las cosechas.
- Se posibilita la recuperación de la fertilidad natural de los suelos; sobre todo se recurre a especies leguminosas que viven en simbiosis con bacterias nitrificantes, el aporte de elementos minerales producto del ciclo de la materia orgánica.
- El componente leñoso tiene efecto sobre el microclima, como elemento regulador de la temperatura, vientos y humedad del ambiente.
- Las barreras vivas, bien complementadas con obras físicas de conservación de suelo, pueden llegar a formar terrazas donde la producción puede llegar a ser sostenible (INTA,1997).

2.5.4 Ventajas y Desventajas de las barreras vivas

Ventajas :

- Reducen el escurrimiento de las aguas de lluvia y conserva humedad en el suelo.
- Reducen considerablemente las pérdidas de suelo al mantener una cobertura constante
- Mejoran condiciones físicas del suelo a través de su sistema radicular superficial.
- Pretejen al suelo de cambios de temperaturas.
- Fijan nitrógeno.

Desventajas:

- Compiten por humedad, luz y nutrientes En algunos casos reducen los rendimientos del cultivo principal.
- Puede ser hospederas de plagas y enfermedades, ejemplo: nemátodos.
- En pendientes superiores del 15 % deben combinarse con otras prácticas de conservación de suelos y agua .
- Gastos adicionales a la economía de la finca(INTA,1997).

2.6. Botánica y Ecología (*Gliricidia sepium*. Jacquin Kunth ex Walpers.)

Es un árbol de porte pequeño a mediano, alcanza de 10 a 15 m de altura y generalmente 40cm o menos de diámetro. Sus hojas son compuestas imparipinada, alternas y deciduas(CATIE,19991).

Las flores son zigomorfas, papilionadas en forma de guisantes de 2 a 2.5cm de largo.

La germinación es alta y uniforme, generalmente mayor del 90%. El árbol es nativo de las zonas bajas de México y América del sur, hasta Brasil, el Caribe, Hawaii, en el oeste de África, India, Sureste de Asia incluyendo Tailandia. Filipinas, Indonesia y Australia(CATIE,1991).

El sistema radicular de las plantas provenientes de semillas es profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal mientras que en plantas provenientes de estacas las raíces son superficiales. En zonas con una estación seca pronunciada el árbol pierde casi completamente las hojas cuando florecen, en América Central la época de floración se da durante la estación seca , de Diciembre a Marzo. En las zonas húmedas la floración, fructificación y perdidas de hojas es variable entre años (CATIE,1991).

La fertilidad natural no es factor limitante para esta especie pues se desarrolla bien en suelos pobres. Prefiere suelos con una profundidad efectiva mayor de 30cm (Haggis y Quiros,1985), aunque se le encuentra en suelos rocosos sin estratos definidos. La especie no crece bien en suelos con poca retención de humedad, aparentemente su crecimiento se ve afectado en sitios con mas de 8 meses de déficit hídrico, o en áreas con menos de 600mm anuales en suelos sobre pastoreados o con problemas de inundaciones periódicas debido al mal drenaje(CATIE,1991).

El madero negro es una especie excelente en comparación con otras, debido a su gran adaptabilidad a condiciones secas y húmedas. Es de fácil propagación por siembra directa, por estacas y plantas en bolsas producidas en viveros. Tiene capacidad de fijar Nitrógeno y otros elementos nutritivos, también es utilizado en otros sistemas como cercos vivos, sombra para café y cacao (MARENA,1997).

2.6.1 Característica Silvicultural de *Gliricidia sepium*. (IRENA- ASDI, 1991)

Como especie de uso múltiple, el madero negro cuenta con un gran potencial energético forrajero en sistemas agroforestales y protección de suelo.

Con fin energético la producción de leña es de buena calidad y produce poco humo, posee un poder calorífico de 20500 kj/kg, utilizado en postería, en implementos agrícolas, cercos vivos barreras vivas y como material orgánico.

Presenta altos contenidos de proteínas: 13.3% en tallos tiernos y para hojas 30%. Se utiliza también para brindar sombra en café, cacao y para soporte de cultivo como uva, pitahaya entre otras.

2.7 Efectos provechosos de la materia orgánica

Según Greenland y Dart (1972), han señalados los siguientes beneficios de la materia orgánica para la agricultura no fertilizada:

- La materia orgánica suple la mayor parte del nitrógeno y del azufre, y la mitad del fósforo que absorben los cultivos no abonados. El patrón de lenta liberación del nitrógeno y del azufre ofrece una ventaja definitiva sobre los fertilizantes solubles.
- La materia orgánica suministra la mayor parte de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), de suelos ácidos altamente meteorizados. Los descensos rápidos en materia orgánica dan por resultado una reducción pronunciada en la capacidad de intercambio catiónico.
- La fijación de fósforo por óxidos amorfos disminuye cuando los radicales orgánicos bloquean las cargas de fijación.
- La materia orgánica contribuye a la agregación y mejora las propiedades físicas y reduce la susceptibilidad a la erosión de los suelos arenosos.
- La materia orgánica modifica las propiedades de retención del agua particularmente en suelos arenosos.
- La materia orgánica puede formar complejos con los micro nutrientes lo cual evita la lixiviación.

2.8 Parcelas de escurrimiento

Las parcelas de escurrimiento son un área de tamaño variable ubicada en laderas limitadas por paredes metálicas o de cualquier material, las cuales se aíslan completamente y evitan que llegue la esorrentía de otros predios que se utilizan para cuantificar la erosión hídrica determinada (Wischmeier, 1976).

Los usos que ofrecen las parcelas son:

- Determinar el efecto que tienen los diferentes usos de la tierra en la producción de sedimentos y descarga del agua.
- Estudiar la validez de formulas de cálculos de descarga mediante el calculo de coeficiente de esorrentía.
- Valida formulas de predicción de producción de sedimentos.
- Mejora las técnicas de control de la erosión.
- Estudia los regímenes de esorrentía en su fase inicial y la influencia que sobre ella producen las pendientes, la longitud, estado de ladera, tipo de suelo y vegetación.

2.8.1 Ventajas y desventajas de las parcelas de escurrimiento (Wischmeier,1976)

Ventajas

- Permite medir el escurrimiento y la erosión del suelo en superficies pequeñas y grandes.
- Permite medir el efecto de la cobertura vegetal y de manejo.
- Se puede construir con diversos materiales .
- Evaluar diferentes practicas.
- Se puede determinar balances hídricos y de fertilidad.

Desventajas

- Los resultados son locales.
- Para poder extrapolar los resultados obtenidos se requiere de períodos considerables de estudio.

- El personal de campo que realiza el monitoreo debe ser capacitado.
- Es necesario que las muestras de escurrimiento y de sedimento sean homogéneas.
- No permite laborar con bueyes.
- Requiere de un costo de establecimiento
- Los aparatos instalados (pluviógrafo) son costosos y difícil de manejar.

2.9 Características agronómicas de maíz

El maíz es el cultivo de subsistencia más importante para los pequeños productores de escasos recursos. Cerca del 60-70% se siembra en monocultivo y el resto en asocio con otros cultivos como el frijol, sorgo, ajonjolí. La mayoría se siembra en mayo-junio (primera) se estima que más del 60% de maíz se siembra en suelos de laderas de baja fertilidad con alto potencial de erosión y en sistemas agrícolas típicos de subsistencia con bajos insumos.

Los rendimientos de grano promedio de estos sistemas de subsistencia son inferiores a los 1.5ton/ha de grano y de 3.0- 4.0 ton/ha de rastrojo (INTA,1990)

2.9.1 Características de la variedad NB-6 Maíz

Características morfológicas y agronómicas según (INTA,1995):

- Su rendimiento es de 60-70 qq/mz.
- Tolerante a la enfermedad conocida como achaparramiento o lapeado rojo.
- Se cosecha entre los 110-115 días después de la siembra.
- Mazorca cilíndrica de 14-16 hileras.
- Grano semidentado, es de color blanco.
- El tallo es grueso y resistente al acame.
- Algunas mazorcas pueden presentar cobertura corta.

- La siembra para N-B6 es de 37-42mil plantas o sea de 26-30 lb de semilla por mz.
- Recomendada para siembra en la faja del pacífico.
- Textura del grano semicristalina.
- Madurez relativa intermedia.
- Altura (cm) planta 235cm, mazorca 10cm.
- Días a flor de NB-6.

2.10 Característica agronómicas del frijol

En Nicaragua se cultiva frijol en 3 ciclos: primera, postrera y apante. La siembra de primera se realiza al inicio de las lluvias (mayo-junio) en la zona del pacífico con área reducidas, ecepto en áreas como Carazo y Boaco (Sta Lucia). Postrera se siembra en la zona del pacífico y en el interior central y norte, apante en la zona Atlántica y norte del país(INTA-CNIA,1997).

La tecnología utilizada en la producción de frijol es muy baja, la producción artesanal de semilla tiene limitaciones ya que se ejecutan en determinados sectores y los grupos de agricultores generalmente son definidos(INTA-CNIA,1997).

2.10.1 Característica del frijol criollo (Tapia y Camacho , 1988.)

Familia	Leguminosa
Días a madurez fisiológica	56 a 60
Color de grano	Negro hasta Rojo
Rendimiento qq/mz	7 a 12
Fruto	Vaina
Origen	México y zona central de sur América

2.11 Análisis Económico

La formulación de recomendaciones para los agricultores debe ser tan eficiente como sea posible. Las condiciones en que viven y trabajan los agricultores difieren en casi todos los aspectos imaginables, pues poseen distintas cantidades y clases de tierras, diferentes recursos económicos. Diversas actitudes hacia el riesgo, acceso variable a la mano de obra, distintas oportunidades de comercializar sus productos, etc. Aun cuando muchas de estas diferencias puedan influir en la respuesta del agricultor a las recomendaciones, resulta imposible una recomendación distinta para cada agricultor (CIMMYT, 1998).

Se considera que una tecnología es viable solo si los ingresos que producen son suficiente para cumplir completamente los costos de inversión y de operación requeridos durante el ciclo productivo, o sea , que la tecnología debe proporcionar suficientes retornos para conservar y motivar la permanencia en producción de diversos recursos como tierra , mano de obra incluso del mismo productor (CATIE,1985).

Desde el punto de vista del producto nacional bruto, la importancia económica de las pequeñas fincas no es directamente proporcional a su importancia numérica, debido a la baja productividad de las actividades que se desarrollan y al estilo productivo que las caracteriza. Se plantean las siguientes características (CATIE – PRONORTE,1989).

- Objetivo principal el proveer alimentos para la familia del campesino.
- Proveer dinero en efectivo para cubrir las necesidades de la familia que no son satisfecha por la actividad de la finca.
- Las actividades de la finca se caracterizan por las características del auto consumo, lo que implica que las mismas no estén enfocadas hacia la producción para el mercado. En la comprensión de los sistemas de producción de estos agricultores, la seguridad de obtener la cosecha indispensable es crucial y esa define y explica las múltiples actividades que realizan en la finca.

A partir de esta realidad, es imperativo el estudio, análisis y comprensión de estos sistemas , a fin de formular alternativas para alcanzar mayor nivel de eficiencia.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del área de estudio

En el departamento de Masaya, Municipio de Niquinohomo, comarca el Guapinol, se encuentra ubicada la finca "La Lucha", entre las coordenadas geográficas 11° 53' 55" latitud Norte y 86° 05' 10" longitud Oeste, con una extensión de 4.9 ha, de ellas 1.9 ha, destinadas a cultivos agrícolas y tiene altitud aproximada 480 msnm (Ugarte, 1994).(Figura 1.)

3.2 Características del sitio experimental

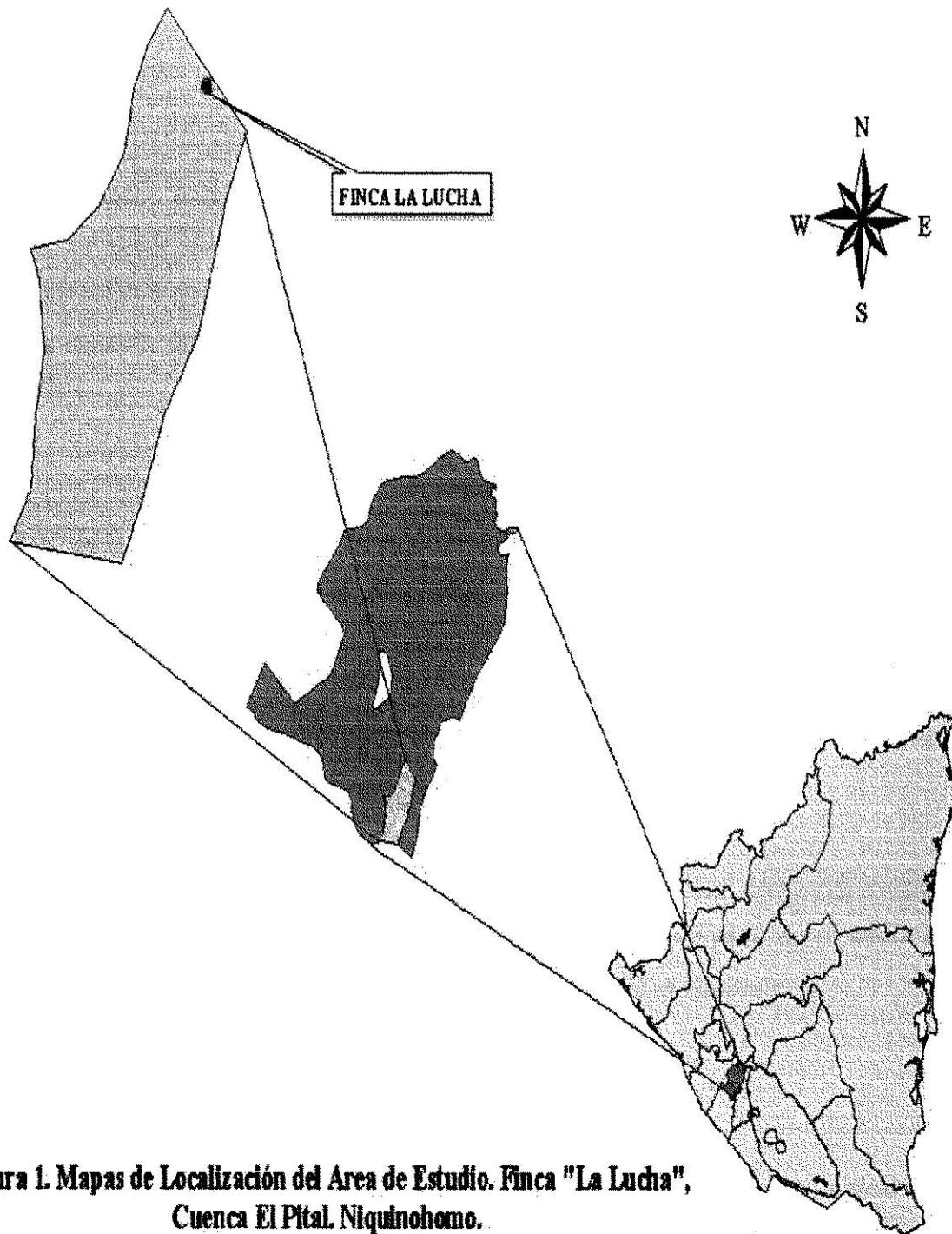
3.2.1 Geología

El área de la sub cuenca del Pital forma parte del flanco sur – occidental de la depresión de Nicaragua, constituye un área de origen predominantemente volcánico en la cual las características geomorfológicas varían desde las planicies hasta la montaña abrupta.

La mayoría de los afloramientos rocosos del área están constituidos por piroclastos relacionados a un vulcanismo bastante antiguo, que ha dado lugar a la formación de potentes depósitos. El área de estudio esta situada en las proximidades de algunas de las estructura geológicas mas sobresalientes de Nicaragua (MAG,1971).

Sobre sale fuera del área, en el borde Norte y Este la estructura levantada por la cordillera volcánica cuaternaria joven formada por la laguna de Apoyo y el volcán Mombacho, perteneciente a la prolongación de la cordillera de los Maribios.

Esta línea de volcanes se formo durante el hundimiento de la depresión nicaragüense a lo largo de la falla Occidental.



**Figura 1. Mapas de Localización del Area de Estudio. Finca "La Lucha",
Cuenca El Pital. Niquinohomo.**

3.2.2 Suelos

El suelo pertenece a la serie Niquinohomo consiste de suelos profundos a moderadamente profundos de color oscuro bien drenados, no presenta piedras en la superficie, su relieve ligeramente plano a muy escarpado con pendientes de 2 a 50 %, son suelos derivados de cenizas volcánicas finas y estos se encuentran en las tierras altas y onduladas de Niquinohomo. (MAG,1971).

Los suelos se encuentran sobre depósitos estratificados de cenizas volcánicas que están a profundidades considerables. Los suelos de Niquinohomo, tienen una permeabilidad moderada, capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular generalmente profunda, excepto en las pendientes escarpadas. (MAG,1971).

Estos suelos se encuentran en la zona de vida bosques tropical premontano húmedos y están usados con café, cultivos de subsistencia de maíz, frijol, arroz y pastos.

Serie (NI): Son suelos muy profundos a poco profundos bien drenados, erosión leves a moderados, no presenta piedra en la superficie, relieve ligeramente escarpados, el material original es ceniza volcánica según clasificación USDA: *Lithic durustands*.

3.2.3 Clima

Según la clasificación de Koeppen, el clima de la zona se caracteriza al tropical sub-húmedo bimodal AW 2, influenciado por las corrientes ecuatorianas y tropical que azotan la parte suroeste del país.

Los registros de meteorología indican que la estación lluviosa se presentan entre los meses de Mayo y Octubre, esta etapa es afectada por un periodo seco llamado canícula comprendido

desde el 15 de Julio al 15 de Agosto, utilizando este periodo para la recolección de la siembra de primera.

La precipitación media de la zona es de 1,500 mm a 1,900 mm anual, siendo los meses de mayor precipitación Junio, Septiembre y Octubre (MAG, 1971)

3.3. Descripción del sistema de parcelas de escurrimiento

El ensayo se estableció en Niquinohomo, comarca el Guapinol, con un área de 60m² por parcela con un sistema de 8 parcelas, que posee un bordo de infiltración de 40 cm de altura por 100 cm de ancho.

Este sistema consiste en una pequeña superficie donde es posible manejar, captar y cuantificar los escurrimientos generados en ella tanto de sólidos como de líquidos por medio de muestras para evaluar el efecto de pérdidas de suelo y agua en las parcelas.

La longitud de la parcela está en el sentido de la pendiente, la parte de lluvia que no infiltra, o sea la escorrentía, se escurre sobre la superficie de la parcela hasta llegar a la parte baja, donde se encuentra un sistema de tubos conductores por donde fluyen hasta finalizar en un recipiente captador.

El sistema de parcela consta de cuatro tratamientos con dos repeticiones en barreras vivas de madero negro para los tratamientos 1,2,3.

Los cultivos evaluados fueron maíz (primera) y frijol (postrera), en todos los tratamientos y son cultivados en curvas a nivel.

3.3.1 Componentes del sistema de parcelas de erosión

El área experimental está conformada de 8 parcelas de escurrimiento, con área de 60 m²/parcela donde su sedimentos y escurrimientos son canalizados en un sistema donde se almacena su volumen y consistencia.

Está constituido por: Bordes, Canal interceptor, Tubo conductor, Sistema de barriles de almacenamiento, Canal de desviación y Bordes de infiltración.

Bordes: Las parcelas de erosión tienen forma rectangular, con sus lados mas largos paralelos a la pendiente, esta se aísla del resto del terreno mediante el uso de bordes. Sus dimensiones varían, por el grado de las fallas del terreno, poseen 3m de ancho por 20m de largo, y el lado de la pendiente queda libre de borde.

Su función es aislar la escorrentía de las parcelas de la zona circundante. El material utilizado es plycem liso enterrado a 30cm de profundidad en el suelo y a una altura de 20cm.

Canal interceptor: Tiene la función de interceptar los sedimentos junto con las escorrentía que los transporta y los canaliza a un tubo conductor. Esta se coloca transversalmente en la parte baja del área de escorrentía o borde inferior de las parcelas. Se utilizó lámina de zinc liso.

Es indispensable que el canal tenga una pendiente interna mayor de 8% en el sentido de los extremos hacia la parte media facilitando el movimiento de las sedimentos y la escorrentía hacia el canal conductor y evitar la sedimentación a lo interno. El canal posee una altura de 20cm en sus extremos, hacia el centro alcanza mas de 35cm.

Canal conductor: conocido como tanque de sedimentos tiene la función de guardar porciones de escorrentía y pérdidas de suelo para su posterior análisis, el cual se coloca en la parte baja de la parcela bien tapada y graduadas para poder cuantificar la altura de los sedimentos y escorrentías captadas por ellas después de cada evento lluvioso, con una capacidad de almacenamiento de 192 litros. Utilizando 2 tanques de almacenamiento, el cual tiene un divisor o un tubo que conduce el excedente de escorrentía captada del primer tanque hacia el segundo tanque o barril el cual capta 1/5 del volumen total.

3.3.2. Descripción de los tratamientos

Tratamientos:

T1: Cultivo de maíz en primera y frijol de postrera sembrado en curvas a nivel con el manejo de barrera viva de *Gliricidia sepium* con podas periódicas dos veces al año, el material menos lignificado y la hoja se aplica a la parte agrícola como mulch, para evitar la escorrentía. Con una altura de poda de 0,5 m.

T2: Cultivo de maíz en primera y frijol de postrera sembrado en curvas a nivel con manejo de barrera viva de madero negro con podas dos veces al año para control de sombra, producción de biomasa y estacones cada dos años.

T3: Similar al primer tratamiento, con la diferencia que este presenta un borde de infiltración. Con una altura de poda de 0.5 m.

T4: Consiste en cultivo de maíz en primera y frijol en postrera en siembra en contorno, sin barrera viva (testigo)

Cuadro 1: Distribución de los tratamientos, Finca La Lucha 1998

		T1	T2	T1	T2	T3	T4	T4	T3
Barreras Vivas ▶	A	∩∩∩	∩∩∩	∩∩∩	∩∩∩	∩∩∩			∩∩∩
	B	∩∩∩	∩∩∩	∩∩∩	∩∩∩	∩∩∩			∩∩∩
	C								

A: Parte alta de la parcela

B: Parte media de la parcela

C: Parte baja de la parcela

▶:∩ Barreras Vivas

3.3.3 Manejo agronómico de los cultivos

Cultivo del maíz (primera)

El maíz fue sembrado el 1° de Junio 1998, la preparación del suelo fue manual, 15 días antes de su siembra la variedad sembrada fue NB6 a una distancia de 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas, para una densidad poblacional de 41,666 plantas por hectáreas para el tratamiento sin barrera viva (Testigo), y 38,332 plantas por hectárea con barreras vivas (T1, T2 y T3) los cuales pierden el 8% de su área total.

Cultivo del frijol (postrera)

El frijol fue sembrado el 18 de Octubre 1998, la preparación del suelo se realizó con azadón, la variedad utilizada fue criolla, la distancia de siembra fue de 40 cm entre surcos y 10 cm entre plantas con un densidad poblacional de 250,000 plantas por hectáreas en tratamientos sin barreras vivas (testigo), y 230,000 plantas por hectáreas para tratamientos con barreras vivas (T1, T2 y T3).

3.4 Calculo para determinar rendimiento de maíz y frijol

El rendimiento se obtuvo una vez cosechado el maíz y el frijol por surco y por parcela, se procedió al secado y desgrane obteniéndose el peso promedio por tratamientos, donde posteriormente se transfirió a kg/ha.

3.5 Manejo de las Barreras vivas de *Gliricidia sepium*

El manejo de la barrera viva consistió en realizar podas en los meses de Abril y Agosto con el objetivo de obtener rendimientos en biomasa de la barrera viva donde se obtuvo un peso promedio por tratamiento.

3.5.1 Cálculo para determinar la producción de biomasa

El calculo de biomasa se obtuvo con el peso de la materia verde (hojas y ramas), en kg/m , posteriormente se hizo uso del factor de coeficiente de conversión de material verde a material seco que es de 0.36 para hojas y 0.54 para ramas (Mendoza, 1996), donde se obtuvo un peso seco en kg/m , tanto de ramas como de hojas.

Para transformar estos datos a toneladas por hectáreas se utilizó el grado de pendiente para la finca para obtener el distanciamiento de las barreras vivas por una hectárea, tomando para este caso 100 m de ancho por 100m de largo (10000 m²), así por ejemplo si la pendiente es de 40 % el distanciamiento entre barreras será de 6 metros, por tanto en 100 metros caven 16.6 barreras vivas. Si se obtuvo un peso de 4.92 kg/m (por 3 metros), es decir en 100 m tendremos 164

kg/100 m , multiplicado por 16.6 ha nos resulta 2722.4 kg/ha y convertidos a toneladas son 2.72 kg/ha anual

3.5.2 Cálculo de Nitrógeno aprovechable

El cálculo del Nitrógeno se determinó con el peso promedio del material foliar producido por tratamiento en el año, la producción fue extrapolada en una hectárea bajo el supuesto de presentar una pendiente uniforme y por tanto el mismo distanciamiento entre barreras.

Utilizando el criterio de Nair, (1984) que consideró que "La biomasa del madero negro contiene un 3.7 % de nitrógeno".

Dado que en el área de estudio no se registran balances de fertilidad de suelo consideramos asumir un 50% de nitrógeno asimilable del total aportado por la biomasa del Madero negro, considerando la recomendación de Wuewer. G, (1996), quien señala que entre un 75% y 50% de nitrógeno liberado por algunas leguminosas se pierde por lixiviación competencia , extracción, volatilización por tal razón es mejor asumir un 50 % de nitrógeno disponible para los cultivos

3.6 Registro de la precipitación

El dato de precipitación se obtiene con el pluviógrafo, instalado en la finca el cual registra la precipitación diaria durante el tiempo de lluvia de mayor intensidad y duración.

3.6.1 Cálculo de la cantidad de suelo y agua pérdida

La pérdida de suelo causada por la erosión se obtiene una vez que el tanque ha recepcionado el agua de lluvia escurrida de las parcelas de escurrimiento, y se mide el volumen captado. De cada recipiente se toma una muestra de 2 litros agitándose lo mejor posible antes de que el suelo en solución se sedimente.

A partir de la muestra obtenida en el laboratorio se toma una sub -muestra y se introduce a un vaso graduado el cual es introducido al horno a una temperatura de 80°C-100° C hasta que se evapore el agua por 48 horas para determinar el suelo seco por muestra donde se obtiene su peso seco en gramos por un volumen de lodo este resultado se multiplica por el volumen de lodo total que se obtuvo en el estanque recolector en la parcela que corresponde a 60 m², posteriormente este dato se transfiere a toneladas por hectáreas. Para pérdida de agua se toma el volumen total de agua más lodo de la lectura del estanque de la parcela presentando el resultado de m³ por hectárea.

3.7 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los rendimientos de granos se hizo uso del diseño de bloques completos al azar (BCA), compuesto de cuatro bloques, cada bloque un tratamiento con dos repeticiones.

Obtenidos los resultados procesados se expresaron de acuerdo a cada variable evaluada donde las perdidas de agua se expresaron en unidades de milímetros por hectárea anuales y las perdidas de suelo en toneladas por hectáreas anuales. Los rendimientos de maíz y frijol en kilogramo por hectárea y producción de biomasa en kilogramo por hectárea, donde cada tratamiento se sometió a un análisis estadísticos con el objetivo de observar el rango de diferencias que existiera entre los tratamientos, donde estas diferencias se observaran por métodos gráficos de barras y líneas.

3.8 Análisis económico

En la evaluación económica se realizó utilizando la metodología del CIMMYT (1988): La formulación de recomendaciones a partir de datos económicos utilizando el presupuesto parcial y análisis marginal conociendo:

- **Presupuesto parcial** este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios delos tratamientos alternativos.

- **Rendimientos medios por tratamiento en kg/ha** cantidad de producto por tratamiento.
- **Rendimiento ajustado kg/ha** es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre rendimiento experimental y el que el productor podría lograr con ese tratamiento.
- **Beneficio bruto de campo.** El precio de campo es el valor de un kilogramo del producto para el productor. $BBC = \text{Precio de campo} * \text{Rendimiento ajustado}$
- **Costos que varían C\$ /ha:** Costo por hectáreas de insumos comprados , mano de obra y labores que varían de un tratamiento a otro.
- **Precio de campo de insumo C\$/ha:** Valor que se sacrifica para usar una unidad adicional de insumo en la parcela . Se expresa unidades físicas de venta (por ejemplo C\$/ ha de semilla por litro de herbicida por día de trabajo u hora de trabajo con tractor).
- **Costo de campo de insumo C\$/ha:** Precio de campo multiplicado por cantidad de unidades físicas de un insumo que se necesita en un área determinada.
- **Total de costos que varían (CTV C\$/ha):** Suma de todos los costos que varían para un determinado tratamiento.
- **Beneficio neto (BN) C\$/ha:** Es la resta del total de costos que varían del beneficio bruto de campo por tratamiento.
- **Análisis de dominancia:** Se ordenan los tratamiento de menor a mayor del total de costos que varían .
- **Curva de beneficios netos:** Cada tratamiento se identifica con un punto y las alternativas que no son dominadas se unen.
- **Tasa de retorno marginal:** Es el beneficio neto marginal (es decir el aumento en beneficios netos) dividido entre el costo marginal expresadas en porcentajes.
- **Análisis marginal** o sea el procedimiento por el cual se calculan las tasa de retorno marginales entre los tratamientos no dominados comenzando con el tratamiento de menor costo y procediendo paso a paso a los que le siguen en escala ascendente y se comparan las tasa de retorno con las tasas de retorno mínimo aceptable para el productor.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Erosión hídrica

La erosión hídrica es un problema que afecta al suelo con pérdidas causadas por la acción del agua generalmente en tierras de laderas donde los productores no ejercen ninguna práctica agroforestal de conservación de suelos y aguas y la erosión en el suelo es más acelerada provocando un impacto de erosión mas fuerte y altos costos al productor.

En la figura 2 se observan las precipitaciones presentadas durante el año de 1998, donde los meses de mayor precipitación fueron Julio, Septiembre y Octubre, la mayor precipitación registrada correspondió al mes de Octubre con una precipitación de 757 mm, debido a que este periodo se presentó el pase del Huracán Mitch, y las menores precipitaciones durante el ciclo del ensayo se presentaron en el mes de Junio con 68 mm, debido a la sequía afectada por el fenómeno del Niño en los primeros meses del año, observándose un aumento considerable en el mes de Octubre ocasionado por el desastre natural antes mencionado.

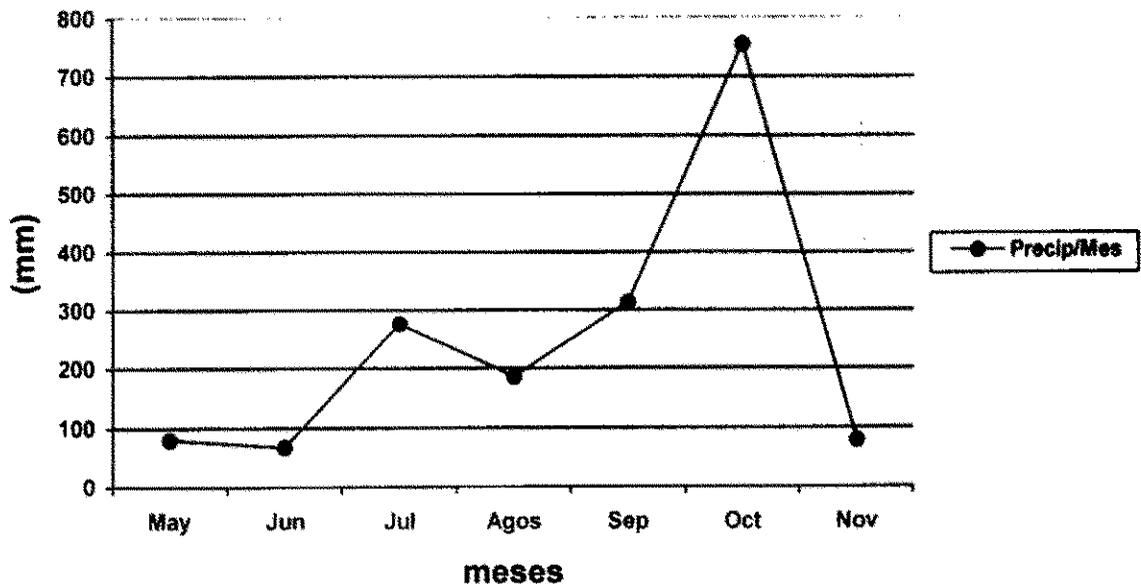


Figura 2. Distribución de las precipitaciones por mes La lucha 1998

Para 1997(Pineda y Aguilera), realizaron un estudio en la misma área donde las mayores precipitaciones del año se dieron en el mes de Junio con 438.8mm, también cabe agregar que el mes de Octubre precipitaron un total de 253.6 mm, comparando este dato con los resultados obtenidos del periodo lluvioso del año de 1998 se observa que en dicho mes lo precipitado fue 3 veces mayor con relación al año 1997, en otro particular hay que señalar que solo en 3 días precipitaron 365mm debido al del pase del huracán Mitch.

4.2 Pérdidas de suelo y agua

Durante el periodo de estudio, en los meses de Mayo a Noviembre se registraron pérdidas de suelos según el cálculo de tolerancia utilizando la metodología propuesta por Mannering (1981) que es de 4 ton/ ha/a. En el sitio experimental de acuerdo con los tratamientos establecido el tratamiento 4 sin barrera viva, tuvo las mayores pérdidas de suelo y los tratamientos con barreras ofrecieron un poco más de protección debido a los manejos silviculturales a dichas barreras.

En el Cuadro 2, se muestra las pérdidas de suelo y agua por cada tratamiento donde los valores correspondientes a pérdidas de suelo fueron: 58.68, 58.23, 43.36 y 71.28 ton /ha /a para T 1, T2, T3 y T4 respectivamente, reflejándose así que el tratamiento 4 presentó las mayores pérdidas de suelo con un registro de 71.28 ton/ha/a en comparación con el resto de los tratamientos evaluados, presentando las menores pérdida de suelo con 43.36 t/ha/a en el tratamiento 3.

De igual forma las pérdidas de agua resultaron ser mayores en el tratamiento 4 con 308.14 mm y el tratamiento 3 presentó las menores pérdidas con 270.03 mm, debido a que el tratamiento 3 posee un borde de infiltración el cual ofrece una mayor protección contra la erosión hídrica. Además otro factor a tomar en cuenta para explicar los resultados obtenidos en el tratamiento 3 es la pendiente del área donde están ubicadas las parcelas de escurrimiento, la cual no es uniforme debido a las irregularidades del terreno. La pendiente donde se encuentra ubicado el T3 es de el 38% en comparación con el resto de tratamientos que presentan un rango de pendientes entre 40y 50%.

Por esta razón la diferencia entre el ángulo de la pendiente es un factor importante que determina el grado de erosión hídrica; a medida que el ángulo de la pendiente aumenta una mayor cantidad de suelo se esparce cuesta abajo (Kirby, Morgan 1984).

Cuadro 2: Pérdidas Promedio de suelo (ton/ha/a) y agua (mm), La Lucha 1998

Tratamiento	Pérdida de suelo ton/ha/a	Pérdida de agua mm
T-1	58.68	288.19
T-2	55.23	281.22
T-3	43.36	270.03
T-4	71.28	308.14
CV	17.31	6.10
ANDEVA	NS	NS

4.2.1 Pérdidas promedios de suelo (ton/ha/a)

Para el año de 1998 las pérdidas de suelo fueron mayores en relación a 1997 debido a la influencia que tuvo el Huracán Mitch con altas precipitaciones provocando fuertes erosiones a las parcelas del estudio.

Las pérdidas promedio de suelo para 1998 reflejadas en la figura 3 muestra que los tratamientos T1, T2, T3, de barreras vivas de Madero negro ofrecen una protección promedio de 14.15 ton /ha /año los que representan un 24% de reducción en pérdida de suelo. Donde el tratamiento 4 presentó mayores pérdidas con 71.28 ton/ha/a , este por no presentar barrera viva donde no hay efecto en el control de la erosión por ser el tratamiento testigo.

El comportamiento presentado de pérdidas de suelo en cantidades mayores para este año (1998), se debió a el efecto provocado con las intensas lluvias del Huracán Mitch, a finales del mes de Octubre donde la intensidad de lluvia provoco una fuerte erosión hídrica arrastrando grandes cantidades de sedimentos.

Estudios en el mismo sitio experimental en el año de 1997(Pineda y Aguilera), se registra que las mayores pérdidas de suelo se dieron con el T4 sin barrera viva, con un 34.38 ton/ ha/a, seguido del T1 con 12.78 ton/ha/a, siendo el T3 el que presentó menores pérdidas de suelo con 6.05 ton /ha /a, lo que representó un 82 % de control comparado con el tratamiento testigo sin barrera viva, y el T2 con 9.44 ton /ha /a, teniendo un promedio de protección con el T1, T2 y T3 del 9.42 ton /ha/a que representó el 72%. De igual forma ocurrió para 1998 donde las mayores pérdidas de suelo se dieron en el mismo tratamiento (T4) por ser el tratamiento testigo sin barrera viva.

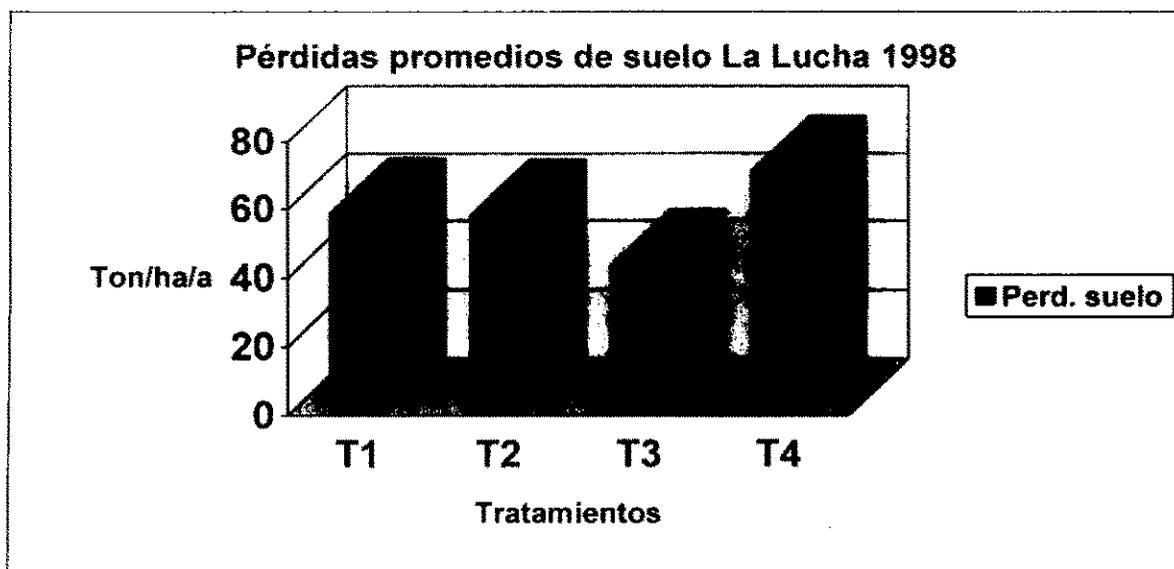


Figura 3: Pérdidas promedios de suelo La Lucha 1998

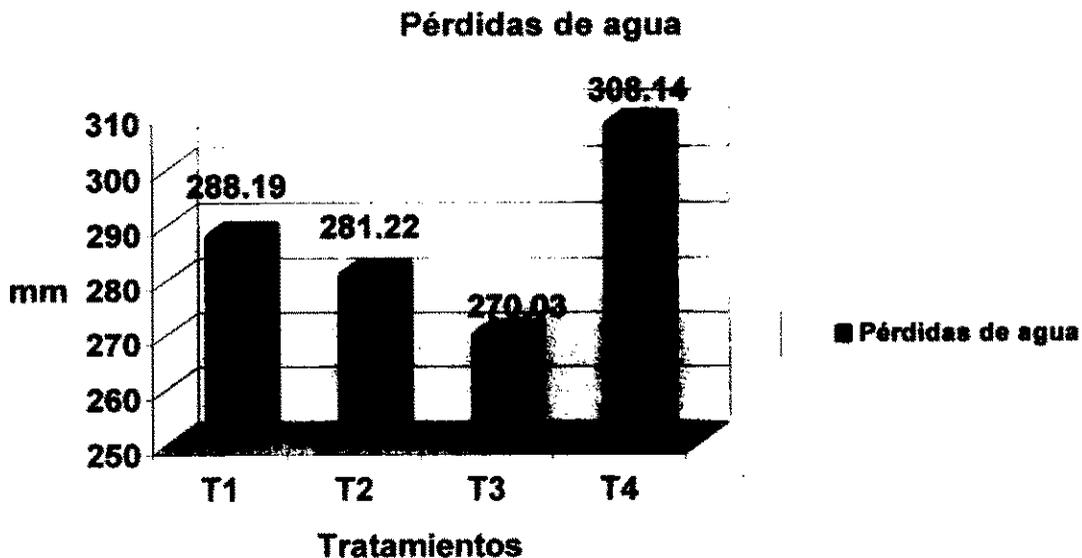
4.2.2 Pérdidas de agua por escurrimiento superficial (mm)

Las precipitaciones registradas para 1998 estuvieron influenciadas por el Huracán Mitch en el mes de Octubre razón por la cual hubieron mayores escurrimientos superficiales en el tratamiento sin barrera viva.

De acuerdo a la información presentada en la figura 4, de pérdidas de agua expresadas en (mm), para los tratamientos evaluados se observó que la mayor escurrimiento, superficial se dio en el tratamiento 4, con 308.14 mm representando el 100% de pérdidas. En el tratamiento 1 se observó una de reducción de 6.47%, el T2 con 8.73% y el T3 con un 12% respectivamente. Observándose claramente que el T3 es el que presentó menor pérdida de agua, lo cual demuestra que las barreras vivas pueden reducir las pérdidas de agua a un 8% comparado con el tratamiento control.

Datos obtenidos por Pineda y Aguilera en 1997, reportan que las barreras vivas lograron una reducción en los escurrimientos superficiales a un 59% en el T1 con 10.0mm, el T2 con 17.88mm y una reducción del 26% y el T3 con 14.83mm y 39% de reducción comparado con el tratamiento control T4 con 24.13mm representando el 100%.

El efecto provocado por el Huracán Mitch muestran para este año 1998 grandes cantidades volumétricas de aguas pérdidas que al igual que el suelo fueron escurridas en este ensayo causando grandes erosiones y pérdidas de nutrientes y minerales.



**Figura 4: Pérdidas promedio de agua (mm) por escurrimiento superficial
La Lucha 1998**

4.2.3 Pérdidas de agua y suelo por mes.

En el cuadro 3 se muestran pérdidas de agua mensuales, que presentaron los tratamientos evaluados de barreras vivas donde, el mes de menor pérdida lo representó junio con 1.4 mm, y el mes de octubre con pérdidas mayores correspondiente a 1,053.05 mm, para un total de pérdidas en el año de 1,147.58 mm iniciándose la evaluación en el mes de Mayo hasta Octubre .

El registro calculado de pérdidas de suelo en (ton / ha) se observa en los meses que van de Julio a Octubre, estos eventos iniciaron a ser evaluados a un mes de la siembra del cultivo de maíz (8 de junio), continuando el registro de los datos para cada período de muestra seleccionada por el productor observándose que el mes de Octubre presentó 221.01 ton/ ha de suelo perdido como sucedió de igual forma con las pérdidas de agua efecto ocasionado por el huracán Mitch , representando para el mes de octubre un 92% de escurrimiento y los sedimentos aumentaron considerablemente.

Cuadro 3: Pérdidas de agua (mm) y suelo por mes (ton/ha/a) La Lucha, 1998

Mes	Pérdida de agua (mm)	Pérdida de suelo ton/ha
Mayo	5.36	-
Junio	1.4	-
Julio	22.02	1.98
Agosto	12.14	3.06
Septiembre	53.61	2.5
Octubre	1,053.05	221.01
Total	1,147.58	228.55

4.3 Cobertura vegetal de los cultivos

El comportamiento de la cobertura vegetal tiene su efecto o función como capa impermeable durante eventos lluviosos, la cual permite que no todos los materiales del suelo sean arrastrados, permitiendo así mayor protección al suelo brindándole mejor condiciones físicas (textura y estructura), químicas y biológicas.

De acuerdo al cuadro 4 se observa que durante el período del cultivo de maíz (primera) el mayor porcentaje de cobertura fue de un 80% entre los 45 – 80 días después de la siembra, disminuyendo en el tiempo de madurez fisiológica de las plantas.

En el mismo cuadro 4, para el cultivo de frijol (postrera) se tiene que entre los 30 y 45 días después de su siembra se observa que su mayor cobertura fue de un 20% observándose que entre los 60 – 75 días después de la siembra no existía cobertura ya que ésta, había sido arrastrada por fuertes escorrentías a causa de intensas precipitaciones.

Es muy reconocida que la cobertura vegetal protege al suelo de la energía erosiva de la lluvia, pero el huracán Mitch fue un evento donde la cobertura del frijol estaba muy incipiente o muy pobremente desarrollado (15-20% de cobertura) , lo que permitió una erosión drástica para los suelos donde se hicieron estos experimentos.

Cuadro 4: Cobertura vegetal para maíz y frijol La Lucha 1998

Cultivo	maíz							frijol					
	15	30	45	60	75	90	105	0	15	30	45	60	75
DDS	15	30	45	60	75	90	105	0	15	30	45	60	75
CC%	18	35	51	70	80	79	75	0	5	20	10	5	0

DDS= Días después de la siembra

CC%= Cobertura de cultivos en porcentaje.

4.4 Rendimientos de cultivos

4.4.1 Rendimiento de Maíz.

Según datos presentados en el cuadro 5, los rendimientos obtenidos en el cultivo del maíz correspondieron a valores de 1,501.59, 2,661.00, 1,666.26 y 1,567.53 kg/ha para los tratamientos 1,2,3 y 4 respectivamente, con un rendimiento promedio de 1,849.09 kg./ha, y con un análisis estadístico que no presentó diferencias entre los tratamientos.

Estudios en el mismo sitio para 1997(Pineda y Aguilera), obtuvieron un rendimiento promedio de 2,136.4kg/ha que en comparación con este año 1998, significaron una reducción del 13% en el cultivo del maíz donde el efecto de reducción en los rendimientos se debió a cambios climáticos de sequía presentados por el fenómeno de el Niño en el mes de junio .

Cuadro 5: Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del maíz kg/ha

La lucha 1998.

Tratamientos	Rendimientos kg/ha	CV	ANDEVA
T2	2661		
T3	1666.26		
T4	1567.33		
T1	1501.6	36.16	NS

4.2.2 Relación elevación versus rendimiento en maíz

De acuerdo al cuadro 6 la relación de elevación y rendimiento en maíz, nos representa el comportamiento que tuvieron los tratamientos donde hubo diferencia estadística en cuanto a la elevación, esta diferencia debido a la acumulación de sedimentos procedentes de las partes altas a las bajas.

Cuadro 6: Relación elevación y rendimiento de maíz (kg/ha) la Lucha 1998.

Elevación	Rendimiento medio maíz	Duncan 0.05%
Alta (3)	1359.18	B
Media (2)	1787.5	A
Baja (1)	2465	A

En la figura 5, se observa claramente que los mayores rendimientos se obtuvieron en el tratamiento 2 con 2661 kg/ha, efecto de la incorporación de biomasa de madero negro al suelo lo que incrementa el rendimiento en el tratamiento 2 y observando el menor rendimiento en el tratamiento 1, a pesar de tener barrera viva por lo que, aquí se obtuvo un menor aporte de biomasa, sin embargo el tratamiento 4 presenta un rendimiento de 1567.33kg/ha un poco mayor en relación al tratamiento 1 esto se debe porque en el tratamiento 4 el número de plantas es mayor por no presentar barreras vivas, espacio que ocupan los demás tratamientos en el experimento restándole densidad de plantas.

Rendimientos de maíz La Lucha 1998

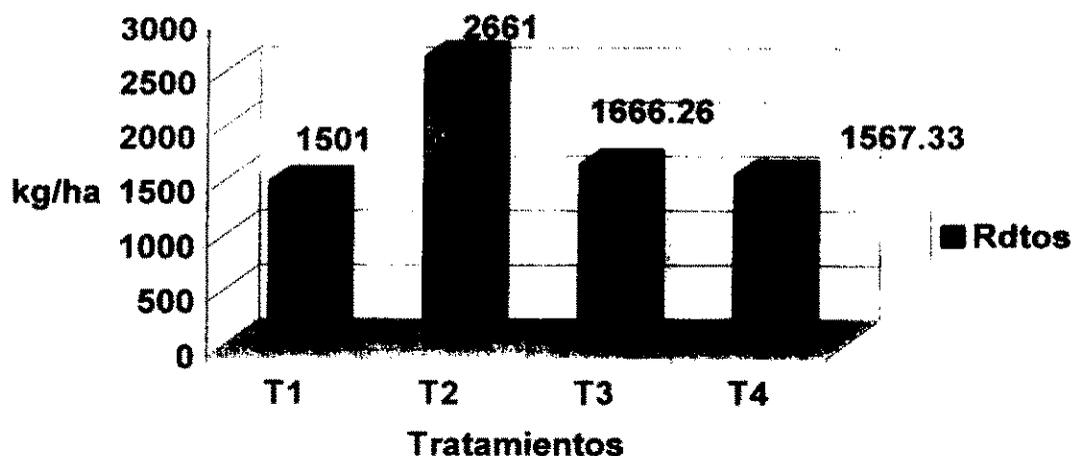


Figura 5: Rendimientos de maíz kg /ha La Lucha 1998

4.4.2 Rendimientos en frijol

En el Cuadro 7 se observan los rendimientos para el cultivo del frijol con 139.40, 160.44, 146.09 y 82.38kg /ha para T1, T2, T3 y T4 respectivamente, obteniendo un rendimiento promedio de 132.07 kg./ha , los cuales estadísticamente existen diferencias significativas entre el factor elevación versus rendimiento.

Se observa que el mejor comportamiento lo obtuvo el tratamiento 2 con 160.44 kg./ha con una reducción del 82% en comparación con el rendimiento de 1997(Pineda y Aguilera) de 715.42 kg/ha, debido a la susceptibilidad que presenta el frijol a la humedad acumulada en la parte baja de las barreras .

**Cuadro7: Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del cultivo
De el frijol La Lucha 1998**

Tratamientos	Rendimientos	CV	ANDEVA
T2	160.43		
T3	145.97		
T1	139.40		
T4	83.04	22.40	*

En la figura 6 se observa claramente que el mayor rendimiento lo presentó el tratamiento 2 con 160.43kg/ha y el menor rendimiento lo presentó en tratamiento 4 con 83.04kg/ha.

El bajo rendimiento obtenido para 1998 en frijol como se muestra en la figura 6 se justifica por el desastre natural causado por el huracán Mitch provocando el arrastre de la mayoría del cultivo ,donde los tratamiento sufrieron daños severos causados por la erosión en surco y la densidad de siembra plantadas inicialmente bajo considerablemente por plantas muertas.

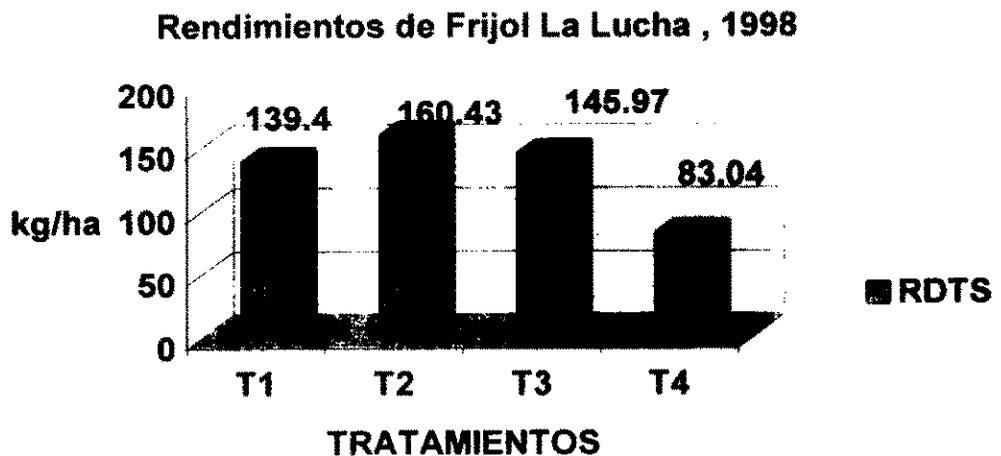


Figura 6: Rendimientos de frijol La Lucha 1998

4.4.3 Efecto de las pendientes sobre el rendimiento del frijol (kg/ha)

El análisis presentado en el Cuadro 8 muestra la comparación del factor pendiente sobre el rendimiento del frijol ,donde el nivel 3(pendiente alta) tuvo su mejor comportamiento, con media de 203.90 kg/ha presentándose diferencia estadística en la pendiente baja debido a la humedad acumulada en las partes bajas de las barreras.

Cuadro 8: Efecto de las pendientes sobre el rendimiento del frijol (kg/ha) La Lucha

Pendiente	Media	CV	DMS	ANDEVA
Alta	203.90 A			
Media	103.82 B			
Baja	88.91 B	22.40	32.26	**

1998

4.5 Evaluación de biomasa de Madero negro

El sistema agroforestal de barrera viva de madero negro implementado en sistemas de fincas o cualquier área agrícola tienen su efecto en la retención de humedad, control de la erosión, aporte de nitrógeno, mejoramiento en la fertilidad del suelo, disponibilidad de nutrientes en forma soluble y mejoramiento en rangos de materia orgánica para un mejor productividad agrícola.

El Cuadro 9 nos refleja la producción de biomasa de Madero negro para este año 1998 en las podas realizadas en los meses de Agosto y Abril obtenidas en las barreras vivas donde se observa que para la poda de Agosto el tratamiento 2 obtuvo la mayor producción de biomasa con 8,131.24 kg /ha seguido del tratamiento 3 con 7,530.91 kg/ha y el tratamiento 1 con 4,160.38 kg/ha respectivamente.

En la poda realizada en el mes Abril se observa que la mayor producción de biomasa se dio para el tratamiento 2 con 1,234.81kg/ha, el tratamiento 3 con 186.78 kg/ha y tratamiento 1 con 111.41 kg/ha.

Obteniéndose en la dos podas realizadas un total de 4,271.79kg/ha para T1, 9,366.05kg/ha T2 y 7,717.69kg/ha T3, para lo cual se observa que para 1998 en la finca la Lucha el mayor aporte de biomasa lo genero el tratamiento 2 debido a que este presento mayor numero de rebrote de *Gliricidia sepium*.

Según Pineda y Aguilera (1997), el aporte de biomasa en la finca La Lucha el tratamiento 2 obtuvo la mayor producción de biomasa de *Gliricidia sepium* por presentar mayor numero de rebrotes.

Cuadro 9: Aporte de biomasa del madero negro (kg/ha)La Lucha 1998

Numero de tratamiento	Poda	Poda	Total anual (kg/ha/a)
	Agosto kg/ha	Abril kg/ha	
1	4160.38	111.41	4271.79
2	8131.24	1234.81	9366.05
3	7530.91	186.78	7717.69

4.5.1 Registros dasométricos de barreras vivas de madero negro

El estudio dasométrico del árbol evalúa el estado de crecimiento y desarrollo del mismo así como también variables como la altura, diámetro y volumen representadas en un área determinada de acuerdo a la especie arbórea a la que pertenecen.

De acuerdo al cuadro 10, la toma de datos obtenidas durante el período de estudio en los meses de Julio, Agosto y Diciembre se obtuvieron los resultados promedios anteriores donde se refleja que la mayor longitud de ramas y diámetros lo representó el tratamiento 2 con 142.32 cm en longitud y 1.39 cm de diámetro comparado con el tratamiento 3 con 129.87 cm en longitud y 1.28 cm en diámetro .

Lo que significa que la mayor producción de biomasa la representó el tratamiento 2 respectivamente evaluando la misma cantidad de árboles para todos los tratamientos (10 árboles / tratamiento).

Cuadro 10: Evaluación de variables, crecimiento y desarrollo promedio de Madero

Negro La Lucha 1998

Variabes	T1	T2	T3
Longitud de rebrote (cm)	140.9		129.87
Longitud de ramas		142.32	
Diámetro (cm)	1.27	1.39	1.28
Número de rebrotes	12		7
Número de ramas		16	

En el Cuadro 11 se presentan los resultados donde se observa que en la poda realizada en el mes de Agosto los aportes de nitrógeno fueron mayores por presentar mayor producción de biomasa en comparación con el aporte de nitrógeno de la poda realizada en el mes de Abril.

.El aporte de nitrógeno en el mes de Abril fue menor por la baja producción de biomasa influenciada por el fenómeno de el Niño, por lo que la capacidad de rebrote fue lenta ya que se perdió humedad y nutrientes disponibles para la planta. El tratamiento 2 presentó mayor aporte de nitrógeno con 346.53kg/ha representando un 43.85 % de nitrógeno disponible en comparación con el tratamiento 1 y 3.

Cuadro 11: Aportes de Nitrógenos disponibles de biomasa de madero negro en kg/ha La Lucha 1998

Número de tratamiento	Poda de agosto nitrógeno (kg/ha)	Poda de abril nitrógeno (kg/ha)	Total de nitrógeno (kg/ha)
1	153.93	4.12	158.05
2	300.85	45.68	346.53
3	278.64	6.91	285.55

4.6 Análisis económico

El análisis presentado en el cuadro nos muestra la información económica realizada en la finca La Lucha, donde se aprecia que el mayor rendimiento de Maíz se obtuvo con el tratamiento 2, superando a los tratamientos 1, 3 y 4, siendo el precio de campo de C\$ 2.2 de kg/ha para obtener una contribución benéfica bruta de C\$ 5854.2 por hectáreas.

De acuerdo a los rendimientos de Frijol, el mayor valor lo obtuvo el tratamiento 2 con un precio de campo de C\$ 13.20 por kilogramo obteniéndose un beneficio bruto de 2117.8 córdobas por hectáreas para el tratamiento 2, lo que significa que aun siendo el precio del grano elevado se compensa con el beneficio obtenido a pesar de los daños causados por fuertes escorrentías. Los mayores rendimientos de biomasa de Madero negro producidos en este año los presentó el tratamiento 2 y 3, superando al tratamiento 1 con un valor en el campo de Nitrógeno de 3.3 córdobas por kilogramos permitiendo que el tratamiento 2 obtuviera un mejor beneficio bruto .

Los costos totales que varían descritos en el cuadro en córdobas por hectáreas son mayores en el tratamiento 3 (930.44 córdobas por hectáreas), y estos se determinaron por el aumento de mano de obra que requiere el mantenimiento de borde de infiltración.

Como resultado de este análisis se presentó un mayor beneficio neto en el tratamiento 2 con 7228.169 córdobas por hectárea

Cuadro 12: Presupuesto parcial en sistemas de barreras vivas de madero negro

CRITERIO	T 1	T 2	T 3	T 4
Rendimiento promedio Maíz (kg/ha)	1501.59	2661.00	1666.26	1567.53
Rendimiento ajustado (kg/ha)	1201.27	2128.80	1333	1254.02
Precio de campo de Maíz C\$/kg	2.2	2.2	2.2	2.2
Beneficio bruto de Maíz C\$/ha	2642.79	4683.36	2932.60	2758.85
Rendimiento promedio de Frijol (kg/ha)	139.40	160.44	146.09	82.38
Rendimiento ajustado (kg/ha)	-	-	-	-
Precio de campo del Frijol C\$/ kg	13.20	13.20	13.20	13.20
Beneficio bruto de frijol C\$/ha	1840.08	2117.80	1928.38	1087.46
Biomasa total de Madero Negro (kg/ha/a)	4271.79	9366.05	7717.69	
Nitrógeno total de Madero negro (kg/ha/a)	158.05	346.53	285.55	
Rendimiento ajustado de Nitrógeno disponible kg/ha/a	79.02	173.26	142.77	
Precio de campo de Nitrógeno C\$/Kg	3.3	3.3	3.3	
Beneficio bruto de Nitrógeno C\$/ha	521.56	1143.54	942.31	
Mantenimiento de bordo de infiltración C\$/ha			340	
Podas de Madero negro C\$/ha	326.80	716.54	590.40	
Costos totales variables C\$/ha	326.80	716.54	930.44	
Beneficio neto C\$/ha	4677.63	7228.69	5536.89	3846.31

4.7 Análisis de dominancia y tasa de retorno marginal

Según el análisis de dominancia tasa de retorno marginal presentado en el cuadro 13, se puede decir que la implementación de práctica de barreras vivas(T2) presentó mayores beneficios y menores costos que el tratamiento 3, el cual resultó ser dominado por costos incurridos en el mantenimiento de bordo de infiltración. En la misma tabla observamos que un agricultor al pasar de la simple siembra en contorno a la práctica de manejo de estacones (T2), el agricultor por cada córdoba que invierte recupera el córdoba invertido y obtiene adicional 6.54 córdobas.

Cuadro 13: Análisis de dominancia y tasa de retorno marginal La Lucha 1998

Tratamiento	CTV	BN	TRM
4	0	3,846.31	
1	326.80	4677.63	254.38%
2	716.54	7,228.69	654.42%
3	930.44	5,536.89 D	

4.8 Curva de beneficios netos

En la figura 7 se observa claramente como ascienden el margen de utilidades (Beneficio netos) que obtiene el productor al pasar de una tecnología a otra. Además se observa que se obtiene mayores beneficios netos de pasar de la tecnología de siembra en contorno a la tecnología de barrera viva con poda por rebrote y de esta a la tecnología de barrera viva con producción de estacones.

Así mismo se observa que la alternativa que mejor tasa de retorno marginal presenta al agricultor es la alternativa de siembra de barrera viva con producción de estacones con

654.42 %, esto debido a los beneficios que se obtiene vía leña, biomasa, estacones como de los rendimientos que se obtiene de dicha alternativa.

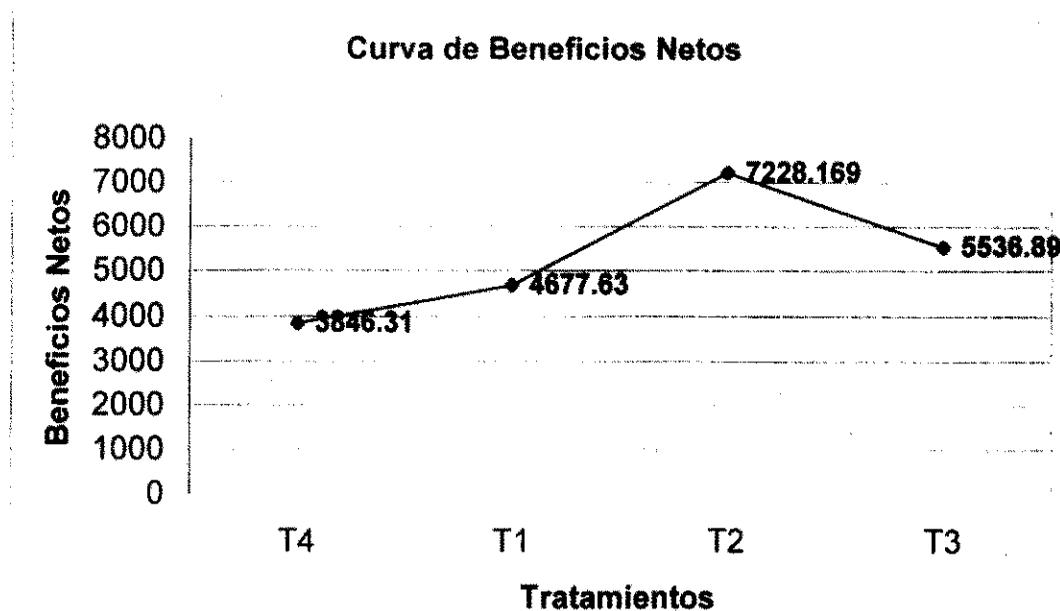


Figura 7: Curva de Beneficio neto para los tratamientos.

V. CONCLUSIONES

- Las practicas agroforestales de barreras vivas y siembras en contorno presentaron un a reducción en el control de la erosión hídrica de un 24 % (14.15) ton /ha para barreras vivas de madero negro y una reducción de los escurrimientos superficiales de un 8%.
- Los rendimientos de maíz y frijol en los tratamientos evaluados con barreras vivas se comportaron mejor en el tratamiento 2,(producción de estacones) con 2661 kg/ha para maíz y 160.44 para frijol, en comparación con el tratamiento control sin barrera viva , estos rendimientos se obtuvieron debido al mayor aporte de biomasa de la barrera viva. El rendimiento de maíz se vio afectado por la sequía que está relacionado con la baja humedad relativa del área. Para el Frijol el bajo rendimiento se vio afectado por el huracán Mitch presentando una reducción del 82%.
- El sistema de barrera viva de madero negro evaluado en el tratamiento 2 generó una producción de biomasa de 9,366.05 Kg./ha anuales con relación a los tratamientos 1 y 3 que obtuvieron 4,271.79 y 7,717.69 kg/ha este por presentar mayor numero de rebrotes. Además los contenidos de Nitrógeno aportados por el tratamiento que produjo mayores contenidos de biomasa fue de 346. 53 Kg/ha (T2)
- El análisis económico refleja que el tratamiento 2 obtuvo el mayor beneficio neto con 7,228.169 C\$/ha al compararlo con el tratamiento 4 que obtuvo un beneficio neto de 3846.31 C\$/ha. Diferencia determinada por mayores rendimientos obtenidos en maíz y frijol y producción de biomasa(aportes de nitrógeno)lo que contribuyo a elevar dichos beneficios.
- El sistema de barreras vivas que representa al tratamiento 3, desde el punto de vista de protección al medio ambiente ofrece mayor conservación al suelo por presentar un bordo de infiltración evitando mayores pérdidas de suelo.

VI. RECOMENDACIONES

- En el informe de resultados debería incluirse la evaluación hecha por los productores con respecto a las practicas agroforestales evaluadas en dicho estudio, a parte de la información técnica y económica presentada.
- Hacer un análisis de resultados obtenidos en el área de estudio en lo que respecta al comportamiento de las pérdidas de suelo y agua como de los rendimientos de maíz y Frijol en el periodo comprendido entre el año de 1994 – 1998.
- Promocionar y divulgar con los pequeños y medianos productores de la zona de la subcuenca el Pital, acerca de los beneficios económicos y ventajas de la tecnología de barrera viva de madero negro con poda y producción de estacones (T2)
- Dar a conocer los resultados obtenidos del ensayo a los agricultores del área de estudio.
- Evaluar los efectos post Mitch , para conocer el aporte de las barreras vivas en el proceso de recuperación de suelos erosionados.
- De los tratamientos evaluados se recomienda a los productores el tratamiento 3 por ofrecer una mayor protección y conservación al suelo.

VII BIBLIOGRAFIA

- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX),1988. La Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un Manual metodológico de evaluación económica, ed. Rev. México D.F ,s.e, 79p.
- Cajina, A; Miranda, B. 1993. Metodología de validación de técnicas agropecuarias. Programa de agricultura sostenible en laderas de América Central/ Cooperación Sueca para el desarrollo PASOLAC /COSUDE,1993,59p.
- CATIE / PRONORTE, 1989. Identificación y caracterización de los sistemas Predominantes y dominio de recomendación del trópico seco de la Región I, Nicaragua, Turrialba, CR, 102p.
- (-----), 1986, Silvicultura de especies primisorias para la producción de leña en América Central : Resultados de cinco años de investigación , 227 p. (Serie técnica , Informe técnico N° 86)
- (-----), 1985. Alternativa de manejo para el sistema maiz- frijol, Matagalpa , Nicaragua, Costa Rica, 74 P. (informe técnico N° 59).
- Hudson, N. 1986. Soil conservation Strategies in the tirad Worldd.Jour , of Soil and Water Conservation . vol.38.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria)1997. Guía Tecnológica Barreras vivas. Managua, Nicaragua.
- INTA, CNIA.1997. Características agronómicas del frijol. Managua, Nicaragua
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 1995. Guía Tecnológica. 1. Managua, Nicaragua.
- Kirby .M. J . Morgan. R. P 1984 .Erosión de suelos. Primera Edición, editorial Limusa México, D.F.

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua), 1971. Levantamiento de suelos de la región Pacífica de Nicaragua. Vol 2. Managua Nicaragua.
- MAG- FOR (Ministerio de Agricultura Ganadería y Forestal) ,1999. Huracán Mitch. Sector Agropecuario y Forestal: Rehabilitación y Transformación. Políticas y Programas. MAG – FOR . Gobierno de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 100 p.
- MARENA (Ministerio de Recursos Naturales y el ambiente ,NI),1997. Proyecto de Investigación en sistemas Agroforestales: Como alternativa de uso de la tierra en Nicaragua. Managua, NI, s.e p. 1-9
- Mendoza .R. 2001. Efecto de barreras vivas sobre la erosión hídrica. Programa de agricultura sostenible en laderas de América Central . Cooperación Sueca para el desarrollo PASOLAC/COSUDE. Managua, Nicaragua.
- (-----) 1984. Evaluación de prácticas agroforestales sobre la erosión y la Producción de granos básicos. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.
- (-----) 1997. Informe de investigación en parcelas de escurrimiento. Proyecto CARE, Managua Nicaragua. . Universidad Nacional Agraria
- (-----) 1996. Informe anual de parcelas de escurrimiento con el proyecto Agroforestal El Pital FARENA
- Montagnini, Florencia, 1992. Sistemas Agroforestales, Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para estudios tropicales (OET) . San José, Costa Rica. p342.
- Morales. J.1998. Manual de conservación de suelos y aguas. Universidad Nacional Agraria. Managua ,Nicaragua.

- Nair. P.K.R. 1984. Soil productivity aspects of agroforestry sciencia and practice of Agroforestry. J. Nair, Kenya ICRAF.
- Pedroza. H. 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. Editorial arte. Managua, Nicaragua.
- Pineda. O. Aguilera. A. 1997. Evaluación del efecto de barreras vivas de madero (Gliricidia sepium) ; sobre la erosión de suelos y la producción de granos básicos, en parcelas de escurrimiento, Cuenca el Pital. Tesis Ing . FARENA, Managua ,NI p76.
- Tapia,B.H y Camacho. A.H. Manejo Integrado de la producción de frijol basado en labranza Cero. Managua, Nicaragua. P 83.
- Ugarte .S. M. 1994, Evaluación socio económica de la finca La Lucha. Universidad Nacional Agraria.
- Wischmeir, W.H .1976. Use and misuse of the Universal soil equation. J. Soil Water Conservation . p5-9.

Anexo

parcelas	rendimientos (kg/ha)	Parcelas	rendimientos (kg/ha)
1	128.97	5	1508.58
2	136.68	6	1669.38
3	1754.21	7	1465.68
4	2589.04	8	1723.94

1. Rendimientos promedios de maíz por parcelas

Anexo 2. Rendimientos promedios de frijol por parcelas

parcelas	rendimientos (kg/ha)	Parcelas	rendimientos (kg/ha)
1	132.19	5	128.29
2	176.04	6	72.02
3	146.62	7	92.74
4	144.84	8	1633.68